

明細書

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 CFR1.10 on the date indicated above and is addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450

Name: ARMANDO CHING
(typed or printed)

Signature Armando Ching

発光装置の作製方法

5 技術分野

本発明は、陽極、陰極、および前記陽極と陰極との間にエレクトロルミネセンス（以下、「EL」と記す）と呼ばれる現象によって発光する薄膜を挟んだ構造からなる素子を基板上に備えた表示装置（以下、「発光素子」と記す）に係る技術分野および該発光素子を映像表示部に備えた電子機器に係る技術分野に属する。

10

背景技術

映像表示用ディスプレイは、近代生活には欠かせない発光素子の一つであり、いわゆるテレビモニターに始まり、近年急速に発展した液晶ディスプレイや、
15 今後の発展が期待されている有機ELディスプレイなど、用途に合わせて様々な形態をとる。特に液晶ディスプレイや有機ELディスプレイは低電圧で駆動する発光素子であり、省エネルギーの観点からも重要な映像表示ディスプレイである。

15

なかでも有機ELディスプレイは、次世代のフラットパネルディスプレイ素子
20 として最も注目されている。

有機ELディスプレイの発光機構は、電極間に発光体組成物から構成される薄膜（以下、「有機薄膜」と記す）を設置して電流を流すことにより、陰極から

注入された電子および陽極から注入された正孔が発光体膜中の発光中心で再結合して分子励起子を形成し、その分子励起子が基底状態に戻る際に放出する光子を利用するものである。

- なお、発光体組成物が形成する分子励起子の種類としては、一重項励起状態と三重項励起状態が可能であるが、本明細書中ではどちらの励起状態が発光に寄与する場合も含むこととする。

- このような有機 EL ディスプレイ素子（以下、「有機 EL 素子」と記す）において、通常、有機薄膜は $1\mu\text{m}$ を下回るほどの薄膜で形成される。また、有機 EL 素子は、発光体膜そのものが光を放出する自発光型の素子であるため、従来の液晶ディスプレイに用いられているようなバックライトも必要ない。したがって、有機 EL 素子は極めて薄型軽量に作製できることが大きな利点である。

- また、例えば $100\sim 200\text{nm}$ 程度の有機薄膜において、キャリアを注入してから再結合に至るまでの時間は、発光体組成物膜のキャリア移動度を考えると数十ナノ秒程度であり、キャリアの再結合から発光までの過程を含めてもマイクロ秒以内のオーダーで発光に至る。したがって、非常に応答速度が速いことも特長の一つである。

- さらに、有機 EL 素子はキャリア注入型の発光素子であるため、直流電圧での駆動が可能であり、ノイズが生じにくい。また、 100nm 程度の均一な超薄膜の有機薄膜を形成し、適切な有機材料を使用することによって、数Vの電圧で駆動させることも可能である。すなわち、有機 EL 素子は自発光型であり視野角が広いために視認性も良好であるのみならず、薄型軽量・高速応答性・直流低電圧駆動などの特性を持ち合わせているため、次世代の発光素子として期待され

ている。

こうした有機 EL 素子を作製するためには、発光体組成物からなる薄膜を形成する技術が必要不可欠である。たとえば液晶ディスプレイにおいては、フルカラー表示を達成するために、カラーフィルターとして機能する有機薄膜をガラス基板上に規則正しく形成する必要がある。一方有機 EL 素子においては、電極から注入される正孔および電子を輸送するための電荷輸送材料や、発光にあずかる発光材料は発光体組成物であり、これらの化合物を電極間に薄膜状に形成しなければならない。

こうした有機薄膜を形成する技術として、ラングミュアープロジェクト法 (LB 法)、単分子積層膜法、ディップコーティング法、スピコート法、インクジェット法、印刷法、あるいは蒸着法など、様々な方法が開発されている。この中でも特にインクジェット法は、有機材料を高効率で利用できることや、装置の構成が簡単で小型が可能であるなどの利点を有しており、技術的にも既に実用レベルに近づいている。インクジェット法に関する基礎的技術は特許文献 1 などに開示されている。

特許文献 1：特開平 10-12377 号公報

インクジェット法とは、従来プリンターに使用されていたインクジェット方式を薄膜形成に転用した技術であり、インクの代わりに有機薄膜の材料となる発光体組成物を含む溶液、あるいは分散液を用い、画素ごとに液滴として塗布する方法である。液滴に含まれる溶媒が蒸発することによって、個々の画素に薄膜が形成される。液滴が基板に付着する位置を制御することによって、任意の微細パターンを形成することができる。

しかしながら、画素（実際には各画素に設けられる画素電極）上に付着した液滴は多量の溶媒成分を含むため、これを除去するために溶媒成分を揮発させるための工程（以下、「焼成工程」と記す）を必要とする。すなわち、インクジェット法によって液滴を塗布した後、画素全体を加熱して溶媒成分を揮発させ、残存した溶質（有機薄膜の材料）を薄膜化するのである。従って、発光体組成物を含む溶液の溶媒の蒸気圧が低い場合、焼成工程に時間を要するのみならず、近接する画素上に付着した液滴が混ざり合いやすく、微細な薄膜パターンの形成を阻害してしまう。また、薄膜中に溶媒成分が残存してしまうと、溶媒が経時的に揮発して脱ガス現象を引き起こし、有機薄膜の劣化、ひいては発光素子としての劣化を招く要因となる。さらに、溶媒成分を完全に除去するために加熱温度を上げると、耐熱性の低い有機薄膜の組成を破壊することになる。

このように、インクジェット法による有機薄膜の形成法は、低コストで簡便であるという利点があるものの、焼成工程に問題をもっており、改善の余地が残る技術である。

15

発明の開示

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、溶液を塗布することにより有機薄膜を形成する手法において、焼成工程を省くための技術を提供することを課題とする。そして、当該技術を発光装置の作製に応用することにより、低コストかつ簡便な方法でスループットの高い発光装置の作製方法を提供することを課題とする。

20

本発明は、減圧下、具体的には $1 \times 10^2 \sim 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、好ましくは $10 \sim$

2 × 10⁴ Pa の圧力下で発光体組成物を含む溶液を画素電極（陽極もしくは陰極）に向けて噴射し、前記発光体組成物を前記画素電極上に堆積させて少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法である。このとき、前記溶液が前記画素電極に到達する間、該溶液中の溶媒を揮発させると共に、残存した前記発光体組成物を前記画素電極上に堆積させて少なくとも一層の有機薄膜を形成しても良いし、さらには、前記画素電極を加熱（発光体組成物の耐熱性を考慮して室温（典型的には20℃）～300℃、さらに好ましくは50～200℃が良い。）しておくことにより前記溶液が該画素電極に到達すると同時に該溶液中の溶媒の揮発を開始させ、残存した前記発光体組成物を前記画素電極上に堆積させて少なくとも一層の有機薄膜を形成しても良い。

いずれにしても、本発明の特徴は、少なくとも一層の有機薄膜を形成すると同時に溶媒成分を揮発させてしまい、従来必要であった焼成工程をなくす又は焼成工程の短縮化を図る点である。

上記本発明において、発光体とは、キャリア注入材料（正孔注入材料又は電子注入材料）、キャリア輸送材料（正孔輸送材料又は電子輸送材料）、キャリア阻止材料（正孔阻止材料又は電子阻止材料）、発光材料その他のキャリアの再結合に寄与する有機化合物もしくは無機化合物またはこれらの積層体をいう。

また、発光体組成物とは、これらの発光体の材料となる組成物をいい、有機化合物であると無機化合物であることを問わない。発光体組成物は、大別して発光性材料もしくはキャリア（正孔又は電子）輸送性材料がある。

発光性材料とは、正孔及び電子を注入することによりELによる発光現象を発生させる材料である。このような発光性材料は、無機化合物にも有機化合物

にも見られるが、本発明の如き溶液を塗布する方法においては、有機化合物を用いることが好ましい。また、発光性材料としては、一重項励起により蛍光を発する材料を用いても良いし、三重項励起により燐光を発する材料を用いても良い。また、正孔輸送性材料とは、正孔が移動し易い材料であり、電子輸送性材料とは、電子が移動し易い材料である。

大気圧よりも低い圧力とは、窒素、希ガスその他の不活性ガスで充填された雰囲気（以下、不活性雰囲気という。）では $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ とすれば良いし、減圧下では $1 \times 10^2 \sim 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ とすれば良い。減圧下（真空中とも呼ばれる）におくことで、雰囲気中に噴射された液滴は画素電極に到達するまでの間、常に液滴から溶媒が揮発し、その体積は減少していく。そして、画素電極上に到達した時点で殆どすべての溶媒が揮発し、到達と同時に膜形成が完了する。即ち、溶液塗布後に焼成工程等の加熱工程を必要としない点で従来技術よりも優れている。

また、画素電極に到達する前に十分溶媒を揮発させるためには、溶媒として揮発性の高い溶媒（即ち蒸気圧の高い溶媒）を用いると良い。なぜならば揮発性が低いと画素電極と溶液の噴射口（ノズルの先端部）との距離を長くして揮発に要する時間を稼ぐ必要があるが、当該距離が長いと液滴の弾道誤差が大きくなるからである。揮発性の高い溶媒としては、メタノール、エタノール等のアルコール類が挙げられる。

また、揮発性の高い溶媒を使わずに沸点の高い溶媒を用いれば、液滴の噴射口における乾燥によってノズル先端が目詰まりを起こす等の不安を排除することができる。その際、画素電極を加熱（発光体の耐熱性を考慮して室温（典型

的には20℃)～300℃、さらに好ましくは50～200℃が良い。)しておけば、画素電極に液滴が到達すると共に揮発が開始され、他の画素に液滴を噴射すると同時に焼成工程を済ませることもできる。勿論、上記方法により液滴が画素電極に到達するまでの間、常に液滴から溶媒が揮発するようにし、さらに画素電極も加熱しておくことによりさらなる膜質の向上を図ることができる。

上記沸点の高い溶媒としては、NMP (N-メチルピロリドン)、DMF (ジメチルホルムアミド)、DMSO (ジメチルスルホキシド)、HMPA (ヘキサメチルホスホアミド) その他の極性溶媒を用いることができる。また、
10 極性の低い溶媒においても、キシレン等のアルキルベンゼン (特にドデシルベンゼンの如き長鎖アルキルベンゼンが好ましい。) のような芳香族系溶媒を用いても良い。例えば、テトラリンとドデシルベンゼンを1:1で混合した溶媒等を用いることができる。

なお、本発明は、パッシブマトリクス型の発光装置の作製についてもアクティブマトリクス型の発光装置の作製についても実施することが可能であり、特に発光装置の形態に限定されるものではない。また、発光性材料は、有機化合物に限らず無機化合物についても実施可能である。また、被処理基体に制限は無く、紙、高分子膜、ガラスを含む無機酸化物板、インジウム-錫酸化物 (ITO) 膜などを用いることができる。特に、本発明を実施した場合、溶液塗布
20 後に特に焼成工程を必要としないことから有機化合物同士を積層する場合に有効である。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の実施に用いる溶液塗布装置の断面図である。

図 2 は、本発明の実施に用いる溶液塗布装置の断面図である。

図 3 は、本発明の実施に用いる溶液塗布装置の断面図である。

- 5 図 4 は、本発明の実施に用いる溶液塗布装置において、発光体組成物を含む溶液を装備するための容器の断面図である。

図 5 は、本発明の発光装置の作製方法を示す図である。

図 6 は、本発明の発光装置の作製方法を示す図である。

- 図 7 は、本発明を実施して得られる発光装置の画素構成を示す上面図及び断
10 面図である。

図 8 は、本発明を実施して得られる発光装置の画素構成を示す上面図及び断面図である。

図 9 は、本発明の実施に用いる製造装置の上面図である。

図 10 は、本発明の実施に用いる製造装置の上面図及び側面図である。

- 15 図 11 は、本発明の実施に用いる製造装置の上面図及び側面図である。

図 12 は、本発明の発光装置の作製方法を示す図である。

図 13 は、本発明の実施に用いる溶液塗布装置の断面図である。

図 14 は、本発明の実施に用いる製造装置の上面図である。

図 15 は、本発明を実施して得られる発光装置の外観を示す図である。

- 20 図 16 は、本発明を実施して得られる発光装置を備えた電子機器の一例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

(実施の形態 1)

本発明の実施の形態について、図 1 を用いて説明する。図 1 (A) は、発光
5 性材料を含む溶液が噴射された直後の状態を表し、図 1 (B) は、発光性材料
が陽極もしくは陰極に到達して薄膜（発光層）が形成された状態を表している。
なおこの図では、水平面に対して基板を平行に設けてあり、発光体は基板の下
から噴射されている様子を示している。

図 1 (A) において、101 は陽極もしくは陰極であり、102 は各画素を
10 画定する絶縁体、103 はキャリア注入層である。キャリア注入層 103 は、
101 が陽極であれば正孔注入層であるし、陰極であれば電子注入層である。
また、104 は溶液を塗布するための装置（以下、溶液塗布装置という。）に
おけるヘッド部を拡大したものであり、一部分については内部構造を示してい
る。ヘッド部 104 は、発光性材料を含む溶液を噴射する機能を持つ複数の噴
15 射部 105 a ~ 105 c を有しており、それぞれに圧電素子（ピエゾ素子）1
06 a ~ 106 c が設けられる。また、噴射部 105 a ~ 105 c のそれぞれ
には発光性材料を含む溶液 107 a ~ 107 c が充填されている。

ここで発光性材料を含む溶液 107 a は、赤色に発光する発光性材料を含み、
発光性材料を含む溶液 107 b は、緑色に発光する発光性材料を含み、発光性
20 材料を含む溶液 107 c は、青色に発光する発光性材料を含む。これら三種類
の発光性材料は、それぞれ赤色に発光する画素、緑色に発光する画素及び青色
に発光する画素を構成し、これら三つの画素を一つの画素ユニット（画素単

位)として捉える。

なお、図1 (A)においてはR (赤)、G (緑)、B (青)それぞれ一つに対応する噴射部しか説明していないが、並列に複数の噴射部 (ノズル) を並べることも可能であり、スループットを考慮すると画素部の一行分もしくは一列分の画素数 (ピクセル数) に相当する数だけ並べることが最も望ましいと言える。

また、本発明において最も特徴的な点は、ヘッド部104と陽極もしくは陰極101との間の空間108が減圧、即ち大気圧よりも低い圧力に維持されている点にある。具体的には、不活性雰囲気で $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^5$ Paである。

10 噴射部105a~105cに充填された発光性材料を含む溶液107a~107cは、圧電素子106a~106cの体積変化により加圧されて押し出され、画素電極101に向かって噴射される。そして、噴射された液滴109は、減圧下で溶媒を揮発させながら進行し、残存した発光性材料が画素電極101上に堆積する。その結果、発光性材料は間欠的に堆積されることになる。

15 こうして堆積された薄膜は、特に加熱等の手段により溶媒を揮発させなくても十分に溶媒成分を除去した状態で薄膜化されているため、脱ガスによる経時劣化等の問題の少ない発光層が得られる。以上のような構成により溶液を塗布した後も焼成工程等を必要とせず、スループットを大幅に向上できると共に、加熱による発光性材料自体の劣化も防ぐことができる。なお、本発明の特徴は

20 焼成工程を必要としない点ではあるが、減圧下での加熱処理等の焼成工程を併用しても溶媒成分を十分に除去した脱ガスの少ない発光層が得られるという本発明の効果を損なうものではない。

こうして図 1 (B) に示すように、赤色に発光する発光層 1 1 0 a、緑色に発光する発光層 1 1 0 b 及び青色に発光する発光層 1 1 0 c が形成される。この後は、必要に応じてキャリア輸送層、キャリア注入層等を形成した後、対向電極（陽極に対しては陰極、陰極に対しては陽極）を設ければ発光素子が完成する。

(実施の形態 2)

本実施の形態は、溶液塗布を液滴の噴射により行うのではなく、ある程度の粘性を有するゲル状の溶液を塗布する例である。図 2 (A) は、発光性材料を含む溶液が噴射されている状態を表し、図 2 (B) は、発光性材料を含む溶液の噴射を止めた状態を表している。なお、この図では、水平面に対して基板を平行に設けてあり、発光体は基板の下から噴射されている様子を示している。また、図 1 に用いられているものと同じ符号については、実施の形態 1 の説明を参照すれば良い。

本実施の形態では、図 2 (A) に示すように溶液塗布装置のヘッド部 2 0 4 にそれぞれ発光性材料を噴射する機能を持つ複数の噴射部 2 0 5 a ~ 2 0 5 c を有しており、それぞれに圧電素子（ピエゾ素子） 2 0 6 a ~ 2 0 6 c が設けられる。また、噴射部 2 0 5 a ~ 2 0 5 c のそれぞれには発光性材料を含む溶液 2 0 7 a ~ 2 0 7 c が充填されている。このとき、図 1 (A) と同様に、発光性材料を含む溶液 2 0 7 a は、赤色に発光する発光性材料を含み、発光性材料を含む溶液 2 0 7 b は、緑色に発光する発光性材料を含み、発光性材料を含む溶液 2 0 7 c は、青色に発光する発光性材料を含む。

ただし、本実施の形態においては、発光性材料を含む溶液 2 0 7 a ~ 2 0 7

cの粘性が実施の形態1の発光性材料を含む溶液107a~107cの粘性よりも高く調節してある。これは発光性材料を含む溶液が連続的に塗布されるようにするためであり、その結果、発光性材料は連続的に堆積されることになる。

また、図2(A)に示すように、発光性材料を含む溶液207a~207cを

5 塗布する際は、圧電素子206a~206cを下方に押し下げた状態で窒素等の不活性ガスにより発光性材料を含む溶液207a~207cを加圧して押し出すように塗布する。

なお、発光性材料を含む溶液207a~207cは、噴射口から出た直後に溶媒の揮発が始まり、次第に体積を減少させながら画素電極101上に到達する。

10 画素電極101上に到達した頃には殆どの溶媒が揮発し、残存した発光性材料が堆積して発光層を形成することになる。勿論、空間108の雰囲気は、実施の形態1と同様に減圧に維持されている。

また、図2(B)に示すように、発光性材料を含む溶液207a~207cの塗布を止めるときは、不活性ガスによる加圧を止めると共に、圧電素子20

15 6a~206cを上方(矢印の方向)に押し上げた状態とする。こうすると噴射口から少し奥へと発光性材料を含む溶液が入り込むため、溶液の乾燥を防ぐことができる。

さらに、このとき空間108を溶媒雰囲気とすることで発光性材料を含む溶液207a~207cの噴射口における乾燥を防ぐこともできる。また、本実施

20 施の形態では圧電素子206a~206cを用いて噴射口内へと溶液を導く例を示したが、空間108を加圧状態にして同様のことを行うことも可能である。

こうして図2(B)に示すように、赤色に発光する発光層210a、緑色に

発光する発光層 2 1 0 b 及び青色に発光する発光層 2 1 0 c が形成される。こうして形成された発光層は、特に加熱等の手段により溶媒を揮発させなくても十分に溶媒成分を除去した状態で薄膜化されているため、脱ガスによる経時劣化等の問題の少ない発光層が得られる。以上のような構成により溶液を塗布した後も焼成工程等を必要とせず、スループットを大幅に向上できると共に、加熱による発光性材料自体の劣化も防ぐことができる。

なお、本発明の特徴は焼成工程を必要としない点ではあるが、減圧下での加熱処理等の焼成工程を併用しても溶媒成分を十分に除去した脱ガスの少ない発光層が得られるという本発明の効果を損なうものではない。また、この後は、必要に応じてキャリア輸送層、キャリア注入層等を形成した後、対向電極（陽極に対しては陰極、陰極に対しては陽極）を設ければ発光素子が完成する。

また、本発明は、パッシブマトリクス型の発光装置の作製についてもアクティブマトリクス型の発光装置の作製についても実施することが可能であり、特に発光装置の形態に限定されるものではない。また、発光性材料は、有機化合物に限らず無機化合物についても実施可能である。特に、本発明を実施した場合、溶液塗布後に特に焼成工程を必要としないことから有機化合物同士を積層する場合に有効である。

（実施の形態 3）

本発明の実施の形態について、図 3 を用いて説明する。図 3（A）は、発光性材料を含む溶液が噴射され、その液滴が陽極もしくは陰極に到達した直後の状態を表し、図 3（B）は、発光性材料が陽極もしくは陰極上で焼成されて薄膜（発光層）が形成された状態を表している。この図では、水平面に対して基

板を平行に設けてあり、発光体は基板の下から噴射されている様子を示している。なお、図3の溶液塗布装置は、図1で説明したものと同一のものであり、図1で用いられているものと同じ符号の部分については、実施の形態1の説明を参照すれば良い。

- 5 図3(A)において、圧電素子(ピエゾ素子)106a~106cを有する噴射部105a~105cのそれぞれには、発光性材料を含む溶液307a~307cが充填されている。発光性材料を含む溶液307a~307cは、赤色、緑色または青色に発光する発光性材料を溶質として用い、溶媒として沸点の高い溶媒(ただし、室温(典型的には20℃)~300℃、さらに好ましくは50~200℃の温度で揮発するものが好ましい。)を用いている。そのため、発光性材料を含む溶液307a~307cは、非常に乾燥しにくい溶液となる。

- このような発光性材料を含む溶液307a~307cを圧電素子106a~106cで押し出して複数の噴射部105a~105cから噴射し、陽極もしくは陰極101上に到達した直後の状態の液だまりを309で表している。勿論、ヘッド部104と陽極もしくは陰極101との間の空間108は、減圧、即ち大気圧よりも低い圧力に維持されている。具体的には、不活性雰囲気で $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^5$ Paである。

- このとき、陽極もしくは陰極101は、室温(典型的には20℃)~300℃、さらに好ましくは50~200℃で加熱されており、陽極もしくは陰極101上に到達した直後の状態の液だまり309は、到達した時点から溶媒の揮発が開始される。なお、図3(A)では1ライン分の画素についてのみ説明

しているが、実際の画素部には複数ラインの画素が並列されており、発光性材料を含む溶液 3 0 7 a ~ 3 0 7 c は各画素に順次噴射されることになる。従って、画素分全体を塗布するには一定の時間が必要であり、本実施の形態は、その一定の時間を活用して焼成工程を終えてしまうというものである

- 5 こうして堆積された薄膜は、画素部全体の塗布が終了した時点でほぼ焼成工程が完了しており、焼成工程自体は行うものの従来の手法に比べて大幅に工程時間を短縮化することが可能である。こうして図 3 (B) に示すように、赤色に発光する発光層 3 1 0 a、緑色に発光する発光層 3 1 0 b 及び青色に発光する発光層 3 1 0 c が形成される。この後は、必要に応じてキャリア輸送層、キャリア注入層等を形成した後、対向電極（陽極に対しては陰極、陰極に対しては陽極）を設ければ発光素子が完成する。
- 10

- なお、沸点の高い溶媒を用いた発光性材料を含む溶液を用いてインクジェット方式により溶液を塗布するに際し、被形成部となる画素部全体を加熱するという本実施の形態の構成は、実施の形態 1 のみならず実施の形態 2 の構成の溶液塗布装置に適用しても本実施の形態と同じ効果を得ることができる。
- 15

（実施の形態 4）

 本実施の形態では、実施の形態 1 及び実施の形態 2 に示した発光体組成物を含む溶液をヘッド部に充填するにあたって、発光体組成物を大気に曝すことなく充填するための技術について説明する。

- 20 図 4 に示すのは、発光体組成物を含む溶液を溶液塗布装置に装備（ストック）しておくための容器（キャニスター缶）の断面図である。容器 3 5 1 は、機密性、特に酸素や水分の透過に対して十分な耐性を有する材質で形成するこ

とが望ましく、ステンレスやアルミニウム等を用いれば良い。また、内表面は鏡面加工しておくことが望ましい。さらに、必要に応じて内表面及び／又は外表面に窒化シリコン膜、ダイヤモンドライクカーボン膜その他の酸素透過率の低い絶縁膜を設けても良い。これは容器 3 5 1 の内部に設けられた発光体組成物を含む溶液 3 5 2 の劣化を防ぐためである。

また、3 5 3 は、容器 3 5 1 内に窒素、希ガスその他の不活性ガスを入れるための導入口であり、ここから不活性ガスを導入して容器内圧を加圧する。また、3 5 4 は、加圧により送り出された発光体組成物を含む溶液 3 5 2 を溶液塗布装置（図示せず）のヘッド部へ送るための導出口である。導入口 3 5 3 及び導出口 3 5 4 は、容器 3 5 1 と別の材質で形成しても良いし、一体形成としても良い。

なお、3 5 6 は、導入口 3 5 3 と連結する導入管であり、実際に不活性ガスを導入する時は、導入口 3 5 3 に導入管 3 5 6 の先端を連結させて不活性ガスを導入する。同様に、導出管 3 5 7 の先端は、導出口 3 5 4 に連結されて発光体組成物を含む溶液 3 5 2 を導出する。図中においては、取り外し可能なため、点線で表してある。

実施の形態 1 及び実施の形態 2 に示した各ヘッド部は、導出管 3 5 7 の延長された先端に取り付けられる。そして、実施の形態 1 の場合、不活性ガスで容器 3 5 1 内を加圧した状態で圧電素子 1 0 6 a ～ 1 0 6 c を振動させることにより間欠的に発光体組成物を含む溶液 3 5 2 を噴出することが可能となる。また、実施の形態 2 の場合、不活性ガスで容器 3 5 1 内を加圧している間は連続的に塗布することが可能であり、加圧を止めると発光体組成物を含む溶液 3 5

2の噴出も止まる。

- さらに、本実施の形態では、発光体組成物を含む溶液352を容器351内へ入れてから溶液塗布装置へ取り付けるまでの間、常に大気から遮断された状態で搬送されることに特徴を有する。即ち、発光体組成物を含む溶液352を
- 5 製造するメーカーが、容器351内へ発光体組成物を含む溶液352を入れ、気密性を保ったまま大気開放することなく搬送し、直接溶液塗布装置に取り付けることを可能とする。これは発光体組成物が酸素や水分に対して耐性が弱く、劣化しやすいことに鑑みてなされた工夫であり、発光体組成物を精製した後、塗布されるまで精製したままの純度を保つことができるため、発光体組成物の
- 10 劣化の抑制、ひいては発光装置の信頼性の向上に寄与する。

なお、本実施の形態において図4に示した容器は、発光体組成物を含む溶液の純度を保ちつつ搬送するために好適な一例であって、本発明に用いることのできる容器を限定するものではない。

(実施の形態5)

- 15 本実施の形態は、実施の形態3における画素部全体の加熱に際して、長波長領域の光を用いることを特徴とする。本実施の形態の構成について、図5

(A)～(C)を用いて説明する。なお、図5(A)は、本実施の形態において基板を加熱する際、基板を下方より見た図であり、図5(B)はそのA-A'における断面図であり、図5(C)はそのB-B'における断面図である。

- 20 図5(A)において、601は少なくとも可視光よりも波長の長い光(代表的には、波長300nmよりも波長の長い光)を透過する基板であり、その上に薄膜トランジスタ及び画素電極等が設けられている。当該基板601は、図

示しない搬送機構により矢印602の方向に向かって搬送される。

また、基板601の被処理面の下方には溶液塗布装置のヘッド部603が設置され、実施の形態1～3に説明した態様で発光体組成物を含む溶液の塗布が行われる。塗布された発光体組成物604は、基板601の裏面側上方に設置
5 されたランプ605から発した光（以下、ランプ光という。）によって加熱され、溶媒が揮発して（焼成されて）発光体606となる。即ち、塗布された発光体組成物604は、塗布された後、順次ランプ光による焼成が行われて薄膜化する。

即ち、基板601の移動により、ヘッド部603及びランプ605は相対的
10 に基板601の移動方向と逆向きの方向に走査されることになる。勿論、基板601を固定し、ヘッド部603及びランプ605を走査させることも可能である。そして、このとき常にヘッド部603の方が先行して走査される構成とする。その結果、ヘッド部603による溶液塗布とその後のランプ光による焼成工程とがほぼ同時に行われ、実質的に焼成工程を削減するに等しい効果を得
15 ることができる。

なお、ランプ光として用いることのできる光は、発光体606の組成を破壊せず加熱のみを可能とする波長の光であり、具体的には、400nmよりも波長の長い光、即ち赤外光以上の長波長の光が良い。例えば、遠赤外線からマイクロ波までの1 μ m～10cmまでの波長領域の電磁波を用いることができる。
20 特に、取扱いの面からも遠赤外線（代表的には波長4～25 μ m）を用いることが好ましい。

また、ここでは単純にヘッド部603の一回の走査により全面塗布を完了す

る例を示したが、基板 6 0 1 を数回往復移動させ、複数回の重ね塗りをを行った後、ランプ 6 0 5 の走査を行っても良い。このとき、ランプ 6 0 5 は最初の数回のヘッド部 6 0 3 の走査時は消灯しておき、ヘッド部 6 0 3 の最後の走査時に同期させてランプ 6 0 5 の走査及び発光を行えば良い。

- 5 以上のように、焼成工程の加熱手段としてランプ等の光源を用いて赤外光以上の波長の光を照射することにより、発光体組成物の塗布と焼成をほぼ同時に行うことが可能となり、実質的に焼成工程を削除したプロセスとすることができる。これにより発光装置の製造工程のスループット向上を図ることができる。

(実施の形態 6)

- 10 本実施の形態では、実施の形態 5 において、Roll-to-Roll 方式を採用することを特徴とする。すなわち、図 6 (A) に示すように、ポリマーフィルムなどの柔軟性のある基板をあらかじめ帯状に成型して円柱状に巻き取っておく。図 6 (A) において、巻き取られている柔軟性基板 2 1 の上には、あらかじめ薄膜トランジスタ及び画素電極などが設けられている。基板 2 1 は先
15 端部分から矢印 2 2 の方向へ引き出され、再び円柱状の芯に巻き取られ基板 2 0 が形成される。図 6 (B) は本装置を下から見た図であり、巻き取られている基板 2 1 は矢印 2 2 の方向へ引き出され、再び巻き取られてロール状の基板 2 0 が形成される。

- 基板 2 1 が先端から引き出されることにより、基板が露出される。露出され
20 た部分 2 3 の下には溶液塗布装置のヘッド部 6 0 3 が設置され、実施の形態 1 ~ 3 に説明した態様で発光体組成物を含む溶液の塗布が行われる。なお、溶液塗布装置のヘッド部は複数設けることも可能である。塗布された発光体組成物

604は、基板の露出部23の上方に設置されたランプ605からのランプ光によって加熱され、溶媒が揮発して（焼成されて）発光体606となる。この結果、ヘッド部603による溶液塗布とその後のランプ光による焼成工程とがほぼ同時に行うことが可能となる。

- 5 また、発光体組成物を含む溶液の塗布をほぼ連続的に行うことが可能であるため、ノズル部分の乾燥を防ぐことも容易である。さらに、基板はロール状に巻き取られた状態で提供することができ、かつ、溶液塗布と焼成工程をほぼ同時に達成できるように基板の露出部23の面積を小さくすることができる。焼成が完了した基板はすぐに再びロール状に巻き取ることができるため、発光装置の製造工程のスループット向上を図ることができるのみならず、発光装置の小型化、省スペースも同時に達成することができる。
- 10

（実施の形態7）

- 実施の形態1～5に示した発光体としては、発光層、正孔注入層、正孔輸送層、正孔阻止層、電子注入層、電子輸送層もしくは電子阻止層、またはこれらの積層体が挙げられるが、これらは、有機化合物のみで構成しても良いし、有機化合物と無機化合物を積層した複合体（c o m p o s i t e）であっても良い。
- 15

- そこで、本実施の形態では、本発明の発光装置の発光体として有機化合物と無機化合物とを複合したコンポジットを用いる例について説明する。なお、有機化合物と無機化合物とを積層したハイブリッド構造を特徴とする特許として、
- 20 米国特許第5, 895, 932号があるが、同特許は、無機化合物からなるダイオードから発した紫外光（波長380nm）を有機化合物であるAlq₃（ト

リス-8-キノリノラトアルミニウム錯体)に照射して、フォトルミネッセンスと呼ばれる現象により発生させた光を取り出す技術であり、本実施の形態で説明する発光体、即ちコンポジットとは根本的に異なる技術思想である。

有機化合物の中でも高分子有機化合物(以下、有機ポリマーという)は、耐熱性が高く、取扱いも容易であることから溶液塗布による成膜方法において、溶質として用いられる。本実施の形態では、これら有機ポリマーと無機化合物とのコンポジットを発光体として用いる例について説明する。

有機ポリマーと無機化合物とを積層して発光体を形成する例としては、典型的には次の4つのパターンが挙げられる。

10 (a) 無機化合物からなる正孔注入層(又は正孔輸送層)と有機ポリマーからなる発光層との組み合わせ

(b) 無機化合物からなる電子注入層(又は電子輸送層)と有機ポリマーからなる発光層との組み合わせ

15 (c) 無機化合物からなる発光層と有機ポリマーからなる正孔注入層(又は正孔輸送層)との組み合わせ

(d) 無機化合物からなる発光層と有機ポリマーからなる電子注入層(又は電子輸送層)との組み合わせ

また、有機ポリマーと無機化合物とを混合して発光体を形成する例としては、典型的には次の3つのパターンが挙げられる。

20 (e) キャリア輸送性を有する有機ポリマーを発光層とし、該有機ポリマー中に無機化合物を混合した組み合わせ

(f) 同極性(n型もしくはp型)のキャリア輸送性を有する有機ポリマー

と無機化合物とを発光層として混合した組み合わせ

(g) キャリア輸送性を有する有機ポリマーにキャリア受容性を有する無機化合物を混合した組み合わせ

上記 (g) の構成は、例えば正孔輸送性を有する有機ポリマーに、電子受容性を有する無機化合物を混合した組み合わせが挙げられる。この場合、電子受容性を有する無機化合物は、有機ポリマーから電子を受け取り、その結果として有機ポリマー中に正孔が発生し、さらにその正孔が輸送されて輸送性を得るという構成である。

上記 (a) ~ (g) の構成において、無機化合物からなる正孔注入層または正孔輸送層としては、NiO (酸化ニッケル) 等の p 型半導体材料を用いることができ、無機化合物からなる電子注入層または電子輸送層としては、ZnO (酸化亜鉛)、TiO₂ (二酸化チタン) 等の n 型半導体材料を用いることができ、無機化合物からなる発光層としては、ZnS (硫化亜鉛)、CdS (硫化カドミウム) 等を用いることができる。

例えば、上記 (b) の構成の例としては、有機ポリマーとしてPPV (ポリパラフェニレンビニレン) を用い、無機化合物としてCdS を用い、これらを溶液塗布により作製する例が挙げられる。この場合、CdS の形成に際しては、CdS のナノ微粒子 (数 nm ~ 数十 nm の微粒子をいう。以下、同じ。) を溶媒に分散させて塗布することができ、この塗布工程に本発明の塗布工程を実施すれば良い。なお、CdS の代わりにZnO、TiO₂ 等の n 型半導体材料またはNiO 等の p 型半導体材料を用いても良い。また、有機ポリマーとしてはポリアセチレン誘導体やポリチオフェン誘導体、ポリフェニレンエチニレン誘導

体、ポリビニルカルバゾール誘導体、ポリフルオレン誘導体、ポリシラン類などの共役高分子を用いても良い。

また、上記（e）の構成の例としては、有機ポリマーとしてPVK（ポリビニルカルバゾール）を用い、無機化合物としてCdSを用い、これらを溶液塗布により作製する例が挙げられる。この場合、CdSが発光中心となって発光する。CdSの形成に際しては、CdSの微粒子を溶媒に分散させて塗布することができ、この塗布工程に本発明の塗布工程を実施すれば良い。なお、CdSの代わりにZnS等の無機化合物を用いることが可能である。これらCdSやZnSは、ナノ微粒子を作りやすい無機化合物であるので、本発明のように溶液塗布を前提とする場合に非常に好適な材料である。

また、上記（g）の構成の例としては、有機ポリマーとしてPC（ポリカーボネート）を用い、このPCに正孔輸送性の無機化合物であるTPD（トリフェニルジアミン）及びTiのアルコキシドを混合して溶液塗布した後、加水分解及び減圧下での加熱により、PC、TPD及びTiO₂が混合された発光体を形成する例が挙げられる。この場合、CdSの形成に際しては、CdSの微粒子を溶媒に分散させて塗布することができ、この塗布工程に本発明の塗布工程を実施すれば良い。

以上のように、様々な有機化合物及び無機化合物を用いることにより複合化された発光体（コンポジット）を作製することが可能であり、また、その形成に際して本発明の作製方法を実施することが可能である。

なお、本実施の形態に示す発光体（コンポジット）の構成は、実施の形態1～3、5のいずれの方法によっても作製することが可能であり、実施の形態4

に示す容器での保存も可能である。

(実施の形態 8)

本実施の形態は、本発明を実施して作製しうる発光装置の一例について、図 7 を用いて説明する。図 7 (A) に示す画素構成において、401 はデータ信号線、402 はゲート信号線、403 は電源線、404 はスイッチング用の薄膜トランジスタ (スイッチング TFT という。以下、同じ)、405 は電荷保持用のコンデンサ、406 は発光素子に電流を供給するための駆動用薄膜トランジスタ (駆動 TFT という。以下、同じ)、407 は駆動 TFT のドレインに接続された画素電極であり、画素電極 407 は発光素子の陽極として機能する。また、412 は、対向電極であり、対向電極 412 は発光素子の陰極として機能する。

このときの A-A' における切断面に相当する図面を図 7 (B) に示す。図 7 (B) において、410 は基体であり、ガラス基体、石英基体、プラスチック基体その他の透光性基体を用いることができる。基体 410 の上には半導体プロセスを用いて駆動 TFT 406 が形成される。また、駆動 TFT 406 に接続されるように形成された画素電極 407 の端部及び少なくとも駆動 TFT 及びスイッチング TFT を覆い隠すように、格子状にパターン化された絶縁体 408 が設けられる。

これら画素電極 407 の上には発光体 411a~411c、陰極として機能する対向電極 412 及びパッシベーション膜 413 が設けられる。発光体 411a~411c は、キャリア注入層、キャリア輸送層、キャリア阻止層、発光層その他のキャリアの再結合に寄与する有機化合物もしくは無機化合物または

これらの積層体を指す。この発光体 4 1 1 a ~ 4 1 1 c の積層構造及び材料は、公知の構成及び材料を用いても良い。

- 例えば、特開 2 0 0 0 - 2 6 8 9 6 7 号公報、特開 2 0 0 0 - 2 9 4 3 7 5 号公報等に記載されるように、発光体のうちの少なくとも一層として、高抵抗
- 5 (抵抗率が $1 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$) の無機正孔注入層 (もしくは無機正孔輸送層と言っても良い。) を含んでも良い。この無機正孔注入層は、第 1 成分として L i、N a、K、R b、C s 及び F r から選ばれたアルカリ金属元素、または M g、C a 及び S r から選ばれたアルカリ土類金属元素、または L a 及び C e から選ばれたランタノイド系元素を含み、第 2 成分として、Z n、S n、V、
- 10 R u、S m 及び I n から選ばれた元素を含む。また、発光体のうちの少なくとも一層として、高抵抗 (抵抗率が $1 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$) の無機電子輸送層を含んでも良い。この無機正孔注入層は、A u、C u、F e、N i、R u、S n、C r、I r、N b、P t、W、M o、T a、P d 及び C o から選ばれた金属元素またはこれらの酸化物、炭化物、窒化物、珪化物もしくは硼化物を含む。ま
- 15 た、この無機正孔注入層の主成分をシリコン、ゲルマニウムもしくはシリコンゲルマニウムの酸化物としても良い。このように材料として安定な無機絶縁膜を発光体の一部に用いることで発光素子としての信頼性を高めることができる。

- また、対向電極 4 1 2 としては、周期表の 1 族もしくは 2 族に属する元素を含むアルミニウム膜もしくは銀薄膜等を用いることができるが、本実施の形態
- 20 の場合、発光体 4 1 1 a ~ 4 1 1 c から発した光を透過する必要があるため、膜厚を 5 0 n m 以下にすることが望ましい。また、パッシベーション膜 4 1 3 としては、窒化シリコン膜、窒化アルミニウム膜、ダイヤモンドライクカーボ

ン膜その他の水分や酸素に高いブロッキング性を示す絶縁膜を用いることができる。

- 以上の構成の発光装置を作製するにあたって本発明を実施することにより低コストかつ簡便な方法でスループットの高い発光装置を生産することが可能となり、さらには当該発光装置の信頼性をも向上させることができる。

(実施の形態 9)

- 本実施の形態は、本発明を実施して作製しうる発光装置の一例について、図 8 を用いて説明する。図 8 (A) に示す画素構成において、501 はデータ信号線、502 はゲート信号線、503 は電源線、504 はスイッチング TFT、
- 505 は電荷保持用のコンデンサ、506 は駆動 TFT、507 は駆動 TFT のドレイン電極、508 は駆動 TFT のドレイン電極に接続された画素電極であり、画素電極 508 は発光素子の陽極として機能する。この画素電極 508 は、発光体から発した光が透過しうるように、可視光に対して透明な導電膜を用いることが好ましく、ITO (酸化インジウムと酸化スズの化合物) や酸化
- 15 インジウムと酸化亜鉛の化合物といった酸化物導電膜を用いることが好ましい。また、512 は、対向電極であり、対向電極 512 は発光素子の陰極として機能する。

- このときの A-A' における切断面に相当する図面を図 8 (B) に示す。図 8 (B) において、510 は基体であり、ガラス基体、石英基体、プラスチック基体その他の透光性基体を用いることができる。基体 510 の上には半導体
- 20 プロセスを用いて駆動 TFT 506 が形成される。また、駆動 TFT 506 に接続されるように形成された画素電極 508 の端部及び少なくとも駆動 TFT

及びスイッチングTFTを覆い隠すように、格子状にパターン化された絶縁体509が設けられる。

これら画素電極508の上には発光体511a～511c、陰極として機能する対向電極512及びパッシベーション膜513が設けられる。発光体511a～511cは、キャリア注入層、キャリア輸送層、キャリア阻止層、発光層その他のキャリアの再結合に寄与する有機化合物もしくは無機化合物またはこれらの積層体を指す。この発光体511a～511cの積層構造及び材料は、公知の構成及び材料を用いても良い。

例えば、特開2000-268967号公報、特開2000-294375号公報等に記載されるように、発光体のうちの少なくとも一層として、高抵抗（抵抗率が $1 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ ）の無機正孔注入層（もしくは無機正孔輸送層と言っても良い。）を含んでも良い。この無機正孔注入層は、第1成分としてLi、Na、K、Rb、Cs及びFrから選ばれたアルカリ金属元素、またはMg、Ca及びSrから選ばれたアルカリ土類金属元素、またはLa及びCeから選ばれたランタノイド系元素を含み、第2成分として、Zn、Sn、V、Ru、Sm及びInから選ばれた元素を含む。また、発光体のうちの少なくとも一層として、高抵抗（抵抗率が $1 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ ）の無機電子輸送層を含んでも良い。この無機正孔注入層は、Au、Cu、Fe、Ni、Ru、Sn、Cr、Ir、Nb、Pt、W、Mo、Ta、Pd及びCoから選ばれた金属元素またはこれらの酸化物、炭化物、窒化物、珪化物もしくは硼化物を含む。また、この無機正孔注入層の主成分をシリコン、ゲルマニウムもしくはシリコンゲルマニウムの酸化物としても良い。このように材料として安定な無機絶縁膜

を発光体の一部に用いることで発光素子としての信頼性を高めることができる。

また、対向電極 5 1 2 としては、周期表の 1 族もしくは 2 族に属する元素を含むアルミニウム膜もしくは銀薄膜等を用いることができる。また、パッシベーション膜 5 1 3 としては、窒化シリコン膜、窒化アルミニウム膜、ダイヤモンドライクカーボン膜その他の水分や酸素に高いブロッキング性を示す絶縁膜を用いることができる。

以上の構成の発光装置を作製するにあたって本発明を実施することにより低コストかつ簡便な方法でスループットの高い発光装置を生産することが可能となり、さらには当該発光装置の信頼性をも向上させることができる。

10 (実施の形態 1 0)

本実施の形態では、発光体の形成から発光素子の封止までの工程を自動化したマルチチャンバー方式の製造装置の例を図 9 に示す。図 9 において、1 1 は受け入れ基板の仕込室、1 2、1 4 a、1 8、2 4 は各室（チャンバー）へ被処理基板を搬送する搬送室（共通室ともいう。）、1 5、1 7、2 1 は各搬送室間で基板の受け渡しを行う受渡室、2 9 は処理済み基板の取出室である。また、1 3 は前処理室であり、発光体を形成する前に予め電極表面の清浄化もしくは仕事関数の調整が行われる。

また、1 6 R、1 6 G、1 6 B はそれぞれ赤色、青色、緑色に対応する発光層の成膜室、1 6 H は正孔注入層（H I L）もしくは正孔輸送層（H T L）の成膜室、1 6 E は電子注入層（E I L）もしくは電子輸送層（E T L）の成膜室である。これらの成膜室のいずれか一つもしくは複数に本発明の特徴である溶液塗布装置を備えることで本発明を実施することができる。なお、正孔注入

層、正孔輸送層、電子注入層もしくは電子輸送層を成膜するためにスピンコート法を用いる必要がある場合は、別途スピンコート用の成膜室を設ければ良い。

また、19は酸化物導電膜の成膜室、20は陰極となる金属膜を成膜するための成膜室、23はパッシベーション膜として用いる絶縁膜を成膜するための成膜室である。成膜室20は、蒸着法による成膜室とすることも可能であるが、蒸着の場合はX線、電子線等の放射線によってTFT及び発光性材料が劣化することが懸念されるため、スパッタ法による成膜室とすることが望ましい。

また、27は封止用の封止基板をストックするための封止基板ロード室、25はシール材を形成するためのディスペンサ室、26は被処理基板と封止基板とを貼り合わせで発光素子を封止するための封止室である。これら封止室等を備えているため、本実施の形態に示す製造装置は、発光素子を一度も大気に曝すことなく封止することが可能であり、信頼性の高い発光装置を実現する上で有効な構成となっている。

図8の製造装置において、各チャンバーはそれぞれゲート弁で仕切られ、他のチャンバーとの間を密閉遮断することができる。さらに各チャンバーはそれぞれ真空排気ポンプに連結されており、真空を維持することも不活性ガスを導入して減圧雰囲気とすることもできるようになっている。真空排気ポンプとしては、磁気浮上型のターボ分子ポンプ、クライオポンプまたはドライポンプを用いることができる。また、導入する不活性ガスは予め精製器等を通して十分に高純度化しておくことが望ましい。

なお、図9に示す製造装置の構成は、あくまで一例であり、本発明を何ら限定するものではない。本実施の形態は、本発明である発光装置の作製方法を実

施するための溶液塗布装置をマルチチャンバー方式の製造装置に組み合わせることが可能であることを示すものであり、実施の形態 1 ～ 8 のいずれの構成とも組み合わせて発光装置を作製する場合においても実施できる。

(実施の形態 1 1)

- 5 本実施の形態では、発光体の形成から陰極の形成までの工程を行うインライン方式の製造装置に本発明の実施に用いる溶液塗布装置を組み合わせた例を図 10 に示す。なお、図 10 (A) は上面図、図 10 (B) は側面図である。

図 10 (A)、(B) において、41 は基板の搬入を行うロード室、42 は基板の搬出を行うアンロード室、43 は正孔注入層を成膜する成膜室、44 は
10 正孔輸送層を成膜する成膜室、45 は発光層を成膜する成膜室、46 は電子注入層を成膜する成膜室、47 は陰極となる金属膜を成膜する成膜室である。図中の矢印 50 は、基板 40 の搬送方向であり、既に処理の終了した基板は点線で表してある。このとき、基板 40 は、被処理面を下にした状態で水平面に対して 0° から 30° の範囲で設置され、各成膜室へ搬送される。

- 15 成膜室 43 ～ 46 のそれぞれは、本発明を実施するための溶液塗布装置であり、内部にはヘッド部 43 a、44 a、45 a、46 a が基板の下に設けられている。これらのヘッド部はいずれも実施の形態 1 または実施の形態 2 で説明した構成を有し、減圧下で有機化合物もしくは無機化合物を含む溶液の塗布及び薄膜形成が行われる。勿論、基板 40 を室温（典型的には 20℃）～30
20 0℃、さらに好ましくは 50 ～ 200℃ で加熱する機構を備えても良い。矢印 51 は、ヘッド部 45 a の移動方向を示しており、基板 40 の一端から他端に向かって、基板表面と平行に移動し、溶液塗布及び薄膜形成が行われる。なお、

基板 40 とヘッド部 45 a の先端部（噴射口）との距離（L）は、2 ～ 20 m m である。有機化合物もしくは無機化合物を含む溶液の噴射は、基板の下方に位置するヘッド部から重力方向に逆らって噴射され、基板上に溶質が塗布される。

- 5 また、図 10（B）において、成膜室（発光層）45 の側面図は、基板表面に沿って移動するヘッド部を側面から見た様子に相当する。このとき、各成膜室 43 ～ 46 内には窒素、希ガスその他のフッ化性ガスが矢印 52 の方向に向かって流れており、基板 40 とヘッド部 43 a ～ 46 a との間には不活性ガスによる層流（ラミナーフロー）が形成される。このとき、基板を加熱する代わ
- 10 りに又は併用して、流れる不活性ガスを加熱することもできる。勿論、不活性ガスを導入せずに減圧下とすることも可能である。

- 成膜室 47 はスパッタ法により陰極となる金属膜を成膜するチャンバーである。基板 40 が長方形のターゲット 47 a の横を通過する間に成膜が行われる。例えば、アルミニウムとリチウムとの合金膜といった周期表の 1 族もしくは 2
- 15 族に属する元素を含む金属膜を形成することが可能である。なお、ターゲット 47 a の形状はこれに限定されるものではない。

- なお、本発明の特徴として、溶液塗布と同時に薄膜形成が行われるため焼成工程等が不要である点が挙げられるが、各成膜室 43 ～ 47 の間において減圧下での加熱等の焼成工程を設けても構わない。発光層等の薄膜中から溶媒成分
- 20 を除去すればその分だけ信頼性が向上すると考えられるからである。

（実施の形態 12）

本実施の形態では、発光体の形成から発光素子の封止までの工程を行うインライン方式の製造装置に本発明の実施に用いる溶液塗布装置を組み合わせた例を図11に示す。なお、図11(A)は製造装置の上面図、図11(B)は製造装置の側面図である。

- 5 図11(A)、(B)において、61は基板の搬入を行うロード室、62は基板の搬出を行うアンロード室、63は正孔注入層を成膜する成膜室、64は発光層を成膜する成膜室、65は電子注入層を成膜する成膜室、66は陰極となる金属膜を成膜する成膜室、67はパッシベーション効果を有する保護膜を成膜する成膜室である。図中の矢印70は、基板60の搬送方向であり、既に
10 処理の終了した基板は点線で表してある。このとき、基板60は水平におかれ、かつ基板の下側を被処理面として搬送される。

- 成膜室63～65のそれぞれは、本発明を実施するための溶液塗布装置であり、内部にはヘッド部63a、64a、65aが設けられている。これらのヘッド部はいずれも実施の形態1または実施の形態2で説明した構成を有し、基
15 板の下に設けられ、減圧下で有機化合物もしくは無機化合物を含む溶液の塗布及び薄膜形成が行われる。勿論、基板60を室温（典型的には20℃）～300℃、さらに好ましくは50～200℃で加熱する機構を備えても良い。

- また、図11(B)において、成膜室（発光層）64の側面図は、基板表面に沿って移動するヘッド部を上方から見た様子に相当する。矢印71は、ヘッド部64aの移動方向を示しており、基板60の一端から他端に向かって、基
20 板表面と平行に移動し、溶液塗布及び薄膜形成が行われる。なお、基板60とヘッド部64aの先端部（噴射口）との距離（L）は、2～20mmである。

さらに、このとき、各成膜室 6 3～6 5 内には窒素、希ガスその他のフッ化性ガスが矢印 7 2 の方向に向かって流れており、基板 6 0 とヘッド部 6 3 a～6 5 a との間には不活性ガスによる層流（ラミナーフロー）が形成される。このとき、基板を加熱する代わりに又は併用して、流れる不活性ガスを加熱することもできる。勿論、不活性ガスを導入せずに減圧下とすることも可能である。

また、成膜室 6 6 はスパッタ法により陰極となる金属膜を成膜するチャンバーであり、基板 6 0 が長方形のターゲット 6 6 a の横を通過する間に成膜が行われる。例えば、アルミニウムとリチウムとの合金膜といった周期表の 1 族もしくは 2 族に属する元素を含む金属膜を形成することが可能である。ターゲット 6 6 a の形状はこれに限定されるものではない。

また、成膜室 6 7 はスパッタ法（好ましくは高周波スパッタ法）によりパッシベーション効果を有する絶縁膜を成膜するチャンバーであり、実施の形態 7 と同様に基板 6 0 が長方形のターゲット 6 7 a の横を通過する間に成膜が行われる。例えば、窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜といった緻密性の高いシリコン化合物膜を形成することが可能である。なお、ターゲット 6 7 a の形状はこれに限定されるものではない。

なお、本発明の特徴として、溶液塗布と同時に薄膜形成が行われるため焼成工程等が不要である点が挙げられるが、各成膜室 6 3～6 6 の間において減圧下での加熱等の焼成工程を設けても構わない。発光層等の薄膜中から溶媒成分を除去すればその分だけ信頼性が向上すると考えられるからである。

（実施の形態 1 3）

インクジェット方式の欠点は、溶液の噴射を止めた際、噴射口から溶媒が揮

発して乾燥し、これによって噴射口のヘッド部が詰まるということである。これを防ぐための従来法の一つは、常に溶液を連続噴射して乾燥を防ぐことである。従って、溶液を無駄に噴射して排出するために、発光体組成物の利用効率が低下する。本実施の形態では、噴射口のヘッド部の乾燥を防ぐ手段を図 1 2

5 を用いて説明する。

図 1 2 (A)、(B) は、本実施の形態における発光体の作製工程を、それぞれ基板の下、ならびに横から見た図面である。基板 8 0 0 の下に位置する溶液塗布装置のヘッド部 8 0 1 が矢印方向に向かって走査される。このヘッド部 8 0 1 から実施の形態 1 ~ 3 に示すような態様で発光体組成物を含む溶液が噴
10 射され、焼成工程を特に設けることなく発光体 8 0 2 が形成される。このとき、本実施の形態の特徴は、基板 8 0 0 の横に、走査終了後のヘッド部 8 0 1 を収納するための収納部 8 0 3 が設置され、その内部は、溶媒を揮発させたガスで充填されていることである。溶媒を揮発させたガス（溶媒成分を含むガス）は、導入口 8 0 4 から導入された後、収納部 8 0 3 の下部に設けられた複数の開口
15 部 8 0 5 によって収納部 8 0 3 の内部に充填される。

なお、「溶媒を揮発させたガス」とは、形成すべき発光体を溶解しうる溶媒であり、ヘッド部 8 0 1 で噴射する発光体組成物を含む溶液の溶媒と同じものであることが好ましい。勿論、同じものに限定する必要はなく、形成すべき発光体の種類に応じて適宜変更すれば良い。

20 発光体の形成工程が終了した時点におけるヘッド部 8 0 1 の状態を図 1 2 (C)、(D) に示す。図 1 2 (C)、(D) に示すように、ヘッド部 8 0 1 は、収納部 8 0 3 の内部に完全に隠れるように収納され、溶媒ガスの雰囲気

曝される。このとき、収納部 803 に蓋部を設け、ヘッド部 801 が収納された後、蓋をして溶媒成分の外部への拡散を抑制することは有効である。勿論、ヘッド部は、図示されていない支持材等により固定されて走査されるわけであるから、これを避けて蓋をするのは当然である。

- 5 以上のように、本実施の形態では、発光体の形成工程を終了した後、ヘッド部をその形成対象となる発光体を溶解しうる溶媒で満たされた雰囲気曝すことを特徴とし、これにより、ヘッド部 801 の噴射口においては、溶媒によって発光体組成物が溶解されるため、乾燥などにより目詰まりが起きるようなことがない。即ち、発光体組成物の噴射を止めても乾燥しない環境にあるため、
- 10 従来のインクジェット方式のように常に溶液を連続噴射して乾燥を防ぐ必要もなく、無駄に噴射して排出する割合を削減され、発光体組成物の利用効率の向上を図ることができる。

- なお、塗布後にヘッド部を上記溶媒成分で満たした雰囲気曝して乾燥を防ぐという技術思想は、被処理面を基板の上側とする場合や、基板を縦置きにした場合についても適用できることは言うまでもない。
- 15

 また、本実施の形態は、実施の形態 4、5、10～12 のいずれの構成を含む製造装置とも組み合わせが可能であり、また、実施の形態 7～9 のいずれの構成を含む発光装置の作製方法に用いることも可能である。

 (実施の形態 14)

- 20 本実施の形態では、本発明に係る発光装置の作製方法に用いる溶液塗布装置のヘッド部の構成について、図 13 を用いて説明する。なお、本実施の形態では、被処理面を下側にして水平に設置された基板を塗布する態様（実施の形態

10、11に対応)をとっているが、被処理面を基板の上側とする場合や、基板を縦置きにした場合にも実施することが可能であることは言うまでもない。

図13 (A)において、基板901は、磁性体からなるサセプタ902に支持され、被処理面を下側にして水平に設置される。そして、基板901の表面
5 側に近接して溶液塗布装置のヘッド部903が設けられる。このとき、ノズル(噴射口)904の先端部の拡大部分を点線部分905で示す。ノズル内部は、中空構造となっており、そのさらに内部に固定された芯906、芯906に弾性体(本実施の形態ではバネ)907を介して連結された磁性体からなるキャップ(以下、磁性体キャップという。)908を有する。そして、中空構造の
10 外側は、発光体組成物を含む溶液909で充填されている。

磁性体キャップ908は、磁性体からなるサセプタ902との間に斥力が働くような材質を選択する。図13 (A)の場合、基板901と磁性体キャップ908との間の距離(X1)は、サセプタ902と磁性体キャップ908との間で斥力が有効に働かない距離であり、磁性体の材質及び基板の厚さ等により
15 決定される距離である。サセプタ902と磁性体キャップ908との間で斥力が有効に働かない場合、磁性体キャップ908は、弾性体907に押されてノズル904の先端部に詰められ、発光体組成物を含む溶液909が噴射されないようになっている。

一方、溶液塗布を開始した後は、図13 (B)に示すように、基板901と
20 磁性体キャップ908との間の距離をX2にまで縮める。このX2という距離は、サセプタ902と磁性体キャップ908との間に十分に斥力が働く距離であり、この斥力により磁性体キャップ908は、弾性体907を圧縮して中空

構造の内部に押し込まれる。これによりノズル904の先端部にはスペースが確保され、発光体組成物を含む溶液909が噴射される。こうして、発光体組成物を含む溶液909が基板901の表面に塗布され、減圧下で溶媒が揮発され、又は基板901の加熱により溶媒が揮発されて発光体910が形成される。

- 5 以上のように、サセプタ及びノズル先端部のキャップとして共に相反発する斥力を働かせるような関係の磁性体を用いることにより、ある一定の距離まで近づけた時に内部の溶液を塗布する構成とすることが可能となり、基板とヘッド部（厳密にはノズル）との距離の均一性を確保することができる。また、基板とヘッド部との距離を制御することによって、噴射のON-OFFを制御す
- 10 ることも可能である。この技術は、特に凹凸を有する基板上に溶液を塗布する場合において有効である。

なお、本実施の形態は、実施の形態4、5、10～13のいずれの構成を含む製造装置とも組み合わせが可能であり、また、実施の形態7～9のいずれの構成を含む発光装置の作製方法に用いることも可能である。

15 （実施の形態15）

本実施の形態では、実施の形態13、14に示したように、基板の搬送及び成膜を行う発光装置の製造装置において、マルチチャンバー方式の製造装置とした例について図14を用いて説明する。なお、各チャンバーは、互いにゲート弁で連結されて気密状態を保つことができるようになっている。

- 20 図14において、ストック室701には基板を搬送するためのキャリア702が設置される。ストック室701は、ゲート弁を介して搬送室703に連結されており、キャリア702に装備された基板は、搬送アーム704によって

搬送されて、基板取り付け台 705 に設置される。このとき、基板はまずプッシャーピン 706 上に載せられ、その後、プッシャーピン 706 を下げて基板取り付け台 705 に設置される。基板取り付け台 705 は、基板を固定した後ロード／アンロード室 707 の内部まで移動し、基板をサセプタ 700 に受け渡す。なお、図 14 において、サセプタ 700 を点線で表している部分は、基板処理の際にはそこに位置するが、プロセスの進行に合わせて基板及びサセプタが一体となって移動してしまい、今その時点ではそこにいることを意味している。

ロード／アンロード室 707 で受け渡された基板は、サセプタ 700 と一体となってレールに沿って移動し、ゲート弁で連結された共通室 708 に搬送される。搬送室 708 内にはターンテーブル 709 が設けられ、ターンテーブル 709 上にサセプタ 700 が載ると、ターンテーブル 709 が回転し、共通室にゲート弁を介して連結された次の処理を行うべきチャンバーを選択する。

本実施の形態における製造装置は、処理を行うチャンバーとして、正孔輸送層 (HTL) を成膜する成膜室 (HTL 成膜室) 710、発光層を成膜する成膜室 (発光層成膜室) 711、電子輸送層 (ETL) を成膜する成膜室 (ETL 成膜室) 712 及びスパッタ法により導電膜を成膜する成膜室 (スパッタ成膜室) 713 が設けられている。発光体を形成するための成膜室 710～712 は、いずれも実施の形態 1～3 で説明した溶液塗布装置が設けられ、減圧下においてインクジェット等の溶液塗布による発光体組成物の成膜が行われるチャンバーである。なお、各チャンバーには、それぞれ溶液塗布装置のヘッド部 710a～712a が基板の下に設けられ、これらヘッド部が基板方向に溶液

を噴射しながら、基板に平行に走査されて被膜形成が行われる。

また、スパッタ法により陰極を成膜する成膜室 7 1 3 は、スパッタを行うための電極 7 1 4、7 1 5 及びターゲット 7 1 6 が設けられ、これらは全て柱状または長楕円状の形状となっている。サセプタ 7 0 0 に取り付けられた基板は
5 矢印の方向に搬送され、ターゲット 7 1 6 の横を通過する際に成膜が行われる。このときスパッタ法は、DC（直流）スパッタ法であっても RF（交流）スパッタ法のいずれを用いても良い。

そして、各チャンバーにて処理を終了した基板（サセプタ）は、ロード／アンロード室 7 0 7 に戻り、基板取り付け台 7 0 5 等を経てキャリア 7 0 2 に収
10 納される。以上で発光素子の陰極形成までの工程を完了する。なお、本実施の形態では、陰極形成までの工程を行う製造装置について説明したが、パッシベーション膜（保護膜）の形成や、シール缶等による封止工程まで完了させるようチャンバー数を増やしても良い。また、発光体の構成は、本実施の形態に限定するものではなく、実施の形態 6 に示したようなコンポジットの形成にも適
15 用できるし、その際は、チャンバー数の変更、成膜室の処理内容の変更、その他の変更を行えば良い。

なお、本実施の形態は、実施の形態 4、5 の構成を具備するものであっても良いし、実施の形態 8、9 に記載の発光装置の作製に用いることが可能である。さらに、成膜室として実施の形態 1 3、1 4 の構成を適用しても構わない。

20 （実施の形態 1 6）

本実施の形態では、本発明を実施して作製した発光装置の全体の構成について、図 1 5 を用いて説明する。図 1 5 は、薄膜トランジスタが形成された素子

基板をシーリング材によって封止することによって形成された発光装置の上面図であり、図15(B)は、図15(A)のB-B'における断面図、図15(C)は、図15(A)のA-A'における断面図である。

基板81上には、画素部(表示部)82、該画素部82を囲むように設けられたデータ線駆動回路83、ゲート線駆動回路84a、84b及び保護回路85が配置され、これらを囲むようにしてシール材86が設けられている。画素部82は本発明を実施して作製した発光素子を備える。シール材86としては、紫外線硬化樹脂、エポキシ樹脂その他の樹脂を用いることが可能であるが、できるだけ吸湿性の低い材料を用いることが望ましい。なお、シール材86は、データ線駆動回路83、ゲート線駆動回路84a、84b及び保護回路85の一部に重畳させて設けても良いし、これらの回路を避けて設けても良い。

そして、シール材86を用いてシーリング材87が接着され、基板81、シール材86及びシーリング材87によって密閉空間88が形成される。シーリング材87としては、ガラス材、金属材(代表的にはステンレス材)、セラミックス材、プラスチック材(プラスチックフィルムも含む)を用いることができる。また、実施の形態8に示したように絶縁膜のみで封止することも可能である

なお、シーリング材87として、基板81と異なる材料を用いた場合、熱膨張係数の違いからシール材86の密着性を損なう可能性がある。従って、シーリング材87としては、トランジスタが形成される基板81と同一材料のものをを用いることが望ましい。換言すれば、基板81と同一の熱膨張係数を有する基体を用いることが望ましい。本実施の形態では、基板81及びシーリング材

87の材料としてガラスを用い、さらにシーリング材87は、基板81が薄膜トランジスタの作製過程における熱履歴と同一の熱履歴を通すことにより熱膨張係数を揃える。

シーリング材87には予め凹部の中に吸湿剤（酸化バリウムもしくは酸化カルシウム等）89が設けられ、上記密閉空間88の内部において、水分や酸素等を吸着して清浄な雰囲気を保ち、EL層の劣化を抑制する役割を果たす。この凹部は目の細かいメッシュ状のカバー材90で覆われており、該カバー材90は、空気や水分は通し、吸湿剤89は通さない。なお、密閉空間88は、窒素もしくはアルゴン等の希ガスで充填しておけばよく、不活性であれば樹脂もしくは液体で充填することも可能である。

また、基板81上には、データ線駆動回路83及びゲート線駆動回路84a、84bに信号を伝達するための端子部91が設けられ、該端子部91へはFPC（フレキシブルプリントサーキット）92を介してビデオ信号等のデータ信号が伝達される。端子部91の断面は、図15（B）の通りであり、ゲート配線もしくはデータ配線と同時に形成された配線93の上に酸化物導電膜94を積層した構造の配線とFPC92側に設けられた配線95とを、導電体96を分散させた樹脂97を用いて電氣的に接続してある。なお、導電体96としては、球状の高分子化合物に金もしくは銀といったメッキ処理を施したものを採用すれば良い。

本実施の形態において、保護回路85は端子部91とデータ線駆動回路83との間に設けられ、両者の間に突発的なパルス信号等の静電気が入った際に、該パルス信号を外部へ逃がす役割を果たす。その際、まず瞬間的に入る高電圧

の信号をコンデンサによって鈍らせ、その他の高電圧を薄膜トランジスタや薄膜ダイオードを用いて構成した回路によって外部へと逃がすことができる。勿論、保護回路は、他の場所、例えば画素部 8 2 とデータ線駆動回路 8 3 との間や画素部 8 2 とゲート線駆動回路 8 4 a、8 4 b の間などに設けても構わない。

5 (実施の形態 1 7)

実施の形態 8、9 に示した薄膜トランジスタの構成はいずれもトップゲート構造（具体的にはプレーナ構造）であるが、各実施の形態では、ボトムゲート構造（具体的には逆スタガ構造）とすることも可能である。

また当然のことながら、薄膜トランジスタに限らず、シリコンウェルを用いて形成された MOS 構造のトランジスタに適用しても良い。さらには、薄膜トランジスタではなく、MIM (Metal-Insulator-Metal) 素子等に代表されるダイオード素子（二端子素子ともいう。）を用いた場合に適用しても良い。

いずれにしても本発明はアクティブマトリクス型の発光装置の作製にあたって実施するに際してもトランジスタ構造等のスイッチング素子の構造によってその本来の効果が損なわれるものではない。

15 (実施の形態 1 8)

本発明を実施して得た発光装置を表示部に組み込むことによって電子機器を作製することができる。電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、オーディオコンポ等）、ノート型パーソナルコンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装

置（具体的にはDigital Versatile Disc（DVD）等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうるディスプレイを備えた装置）などが挙げられる。それらの電子機器の具体例を図16に示す。

図16（A）はテレビであり、筐体2001、支持台2002、表示部2003、
5 03、スピーカー部2004、ビデオ入力端子2005等を含む。本発明は表示部2003に適用することができる。なお、パソコン用、TV放送受信用、広告表示用などの全ての情報表示用のテレビが含まれる。

図16（B）はデジタルカメラであり、本体2101、表示部2102、受
像部2103、操作キー2104、外部接続ポート2105、シャッター21
10 06等を含む。本発明は、表示部2102に適用することができる。

図16（C）はノート型パーソナルコンピュータであり、本体2201、筐
体2202、表示部2203、キーボード2204、外部接続ポート2205、
ポインティングマウス2206等を含む。本発明は、表示部2203に適用
することができる。

15 図16（D）はモバイルコンピュータであり、本体2301、表示部2302、スイッチ2303、操作キー2304、赤外線ポート2305等を含む。本発明は、表示部2302に適用することができる。

図16（E）は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置（具体的にはDVD
再生装置）であり、本体2401、筐体2402、表示部A2403、表示部
20 B2404、記録媒体（DVD等）読み込み部2405、操作キー2406、
スピーカー部2407等を含む。表示部A2403は主として画像情報を表示
し、表示部B2404は主として文字情報を表示するが、本発明は表示部A、

B 2 4 0 3、2 4 0 4に適用することができる。なお、記録媒体を備えた画像再生装置には家庭用ゲーム機器なども含まれる。

図 1 6 (F) はゴーグル型ディスプレイ (ヘッドマウントディスプレイ) であり、本体 2 5 0 1、表示部 2 5 0 2、アーム部 2 5 0 3を含む。本発明は、
5 表示部 2 5 0 2 に適用することができる。

図 1 6 (G) はビデオカメラであり、本体 2 6 0 1、表示部 2 6 0 2、筐体 2 6 0 3、外部接続ポート 2 6 0 4、リモコン受信部 2 6 0 5、受像部 2 6 0 6、バッテリー 2 6 0 7、音声入力部 2 6 0 8、操作キー 2 6 0 9、接眼部 2 6 1 0 等を含む。本発明は、表示部 2 6 0 2 に適用することができる。

10 図 1 6 (H) は携帯電話であり、本体 2 7 0 1、筐体 2 7 0 2、表示部 2 7 0 3、音声入力部 2 7 0 4、音声出力部 2 7 0 5、操作キー 2 7 0 6、外部接続ポート 2 7 0 7、アンテナ 2 7 0 8 等を含む。本発明は、表示部 2 7 0 3 に適用することができる。なお、表示部 2 7 0 3 は黒色の背景に白色の文字を表示することで携帯電話の消費電流を抑えることができる。

15 以上の様に、本発明を実施して得た表示装置は、あらゆる電子機器の表示部として用いても良い。なお、本実施の形態の電子機器には、実施の形態 1 ~ 3、6 ~ 8 のいずれの構成を用いて作製された発光装置を用いても良い。

産業上の利用可能性

20 本発明により特に焼成工程等を要することなく、有機化合物もしくは無機化合物等の発光体組成物を含む溶液の塗布とほぼ同時に薄膜形成が可能となり、発光装置の製造工程におけるスループットを大幅に向上させることができる。

また、形成された薄膜中の溶媒成分は、成膜と同時に十分除去されるため、発光素子の完成後に脱ガスによって発光層自体が劣化するような不具合を避けることができ、発光装置の信頼性を高めることができる。

5

10

15

20

請求の範囲

1. 大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を陽極もしくは陰極に向けて下方から噴射し、前記発光体組成物を前記陽極もしくは陰極に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。
2. $1 \times 10^2 \sim 1 \times 10^5$ Pa の圧力下で発光体組成物を含む溶液を陽極もしくは陰極に向けて下方から噴射し、前記発光体組成物を前記陽極もしくは陰極に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。
3. 大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を陽極もしくは陰極に向けて下方から噴射し、前記溶液が前記陽極もしくは陰極に到達する間、前記溶液中の溶媒を揮発させるとともに、残存した発光体組成物を前記陽極もしくは陰極に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。
4. 大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を陽極もしくは陰極に向けて下方から噴射し、前記陽極もしくは陰極を加熱しておくことにより前記溶液が前記陽極もしくは陰極に到達すると同時に前記溶液中の溶媒の揮発を開始させ、残存した前記発光体組成物を前記陽極もしくは陰極に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。
5. 大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を陽極もしくは陰極に向けて下方から噴射し、前記陽極もしくは陰極を室温から 200℃ に加熱してお

くことにより前記溶液が前記陽極もしくは陰極に到達すると同時に前記溶液中の溶媒の揮発を開始させ、残存した前記発光体組成物を前記陽極もしくは陰極に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。

- 5 6. 水平面に対して 0° から 30° の範囲で陽極もしくは陰極を設置し、発光体組成物を含む溶液を大気圧よりも低い圧力下で下方から噴射し、前記発光体組成物を前記陽極もしくは陰極に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。

7. 水平面に対して 0° から 30° の範囲で陽極もしくは陰極を設置し、発光体組成物を含む溶液を大気圧よりも低い圧力下で下方から噴射し、前記溶液が前記基板に到達する間、前記溶液中の溶媒を揮発させるとともに、残存した発光体組成物を前記陽極もしくは陰極に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。
- 10

8. 水平面に対して 0° から 30° の範囲で陽極もしくは陰極を設置し、発光体組成物を含む溶液を大気圧よりも低い圧力下で下方から噴射し、前記陽極もしくは陰極を加熱しておくことにより前記溶液が前記陽極もしくは陰極に到達すると同時に前記溶液中の溶媒の揮発を開始させ、残存した前記発光体組成物を前記陽極もしくは陰極に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。
- 15

9. 水平面に対して 0° から 30° の範囲で陽極もしくは陰極を設置し、発光体組成物を含む溶液を大気圧よりも低い圧力下で下方から噴射し、前記陽極もしくは陰極を室温から 200°C に加熱しておくことにより前記溶液が前記陽極もし
- 20

くは陰極に到達すると同時に前記溶液中の溶媒の揮発を開始させ、残存した前記発光体組成物を前記陽極もしくは陰極に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。

10. 大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を基板上に設けられた陽極に向けて噴射し、前記発光体組成物を前記陽極上に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成し、前記発光体組成物の薄膜を形成した後、前記発光体上にスパッタ法あるいは蒸着法により陰極を形成する発光装置の作製方法であって、

- 前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、前記基板を基板面が水平面に対して 0° から 30° の範囲で設置し、かつ前記発光体組成物を含む溶液を基板面の下から噴射することによって行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

11. 大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を基板上に設けられた陽極に向けて噴射し、前記溶液が前記基板に到達する間、前記溶液中の溶媒を揮発させるとともに、残存した発光体組成物を前記陽極上に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成し、前記発光体組成物の薄膜を形成した後、前記発光体上にスパッタ法あるいは蒸着法により陰極を形成する発光装置の作製方法であって、

- 前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、前記基板を基板面が水平面に対して 0° から 30° の範囲で設置し、かつ発光体組成物を含む溶液を基板面の下から噴射することによって行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

1 2. 大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を基板上に設けられた陽極に向けて噴射し、前記基板を加熱しておくことにより前記溶液が前記基板に到達すると同時に前記溶液中の溶媒の揮発を開始させ、残存した前記発光体組成物を前記陽極上に堆積させて少なくとも一層の薄膜を形成し、前記発光体組成物の薄膜を形成した後、前記発光体上にスパッタ法あるいは蒸着法により陰極を形成する発光装置の作製方法であって、

前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、前記基板を基板面が水平面に対して 0° から 30° の範囲で設置し、かつ発光体組成物を含む溶液を基板面の下から噴射することによって行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

1 3. 大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を基板上に設けられた陽極に向けて噴射し、前記陽極を室温から 200°C に加熱しておくことにより前記溶液が前記基板に到達すると同時に前記溶液中の溶媒の揮発を開始させ、残存した前記発光体組成物を前記陽極上に堆積させて少なくとも一層の薄膜を形成し、前記発光体組成物の薄膜を形成した後、前記発光体上にスパッタ法あるいは蒸着法により陰極を形成する発光装置の作製方法であって、

前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、前記基板を基板面が水平面に対して 0° から 30° の範囲で設置し、かつ発光体組成物を含む溶液を基板面の下から噴射することによって行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

1 4. 請求項 1 0 及至請求項 1 3 のいずれか一において、前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜および陰極の形成は、マルチチャンバー方式の成膜装

置で大気開放することなく行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

15. 請求項10及至請求項13のいずれか一において、前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜および陰極の形成は、インライン方式の成膜装置で大気開放することなく行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

- 5 16. 大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を基板上に設けられた陰極に向けて噴射し、前記発光体組成物を前記陰極上に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成し、前記発光体組成物の薄膜を形成した後、前記発光体上にスパッタ法あるいは蒸着法により陽極を形成する発光装置の作製方法であって、

- 10 前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、前記基板を基板面が水平面に対して 0° から 30° の範囲で設置し、かつ発光体組成物を含む溶液を基板面の下から噴射することによって行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

17. 大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を基板上に設けられ

- 15 した陰極に向けて噴射し、前記溶液が前記基板に到達する間、前記溶液中の溶媒を揮発させるとともに、残存した発光体組成物を前記陰極上に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成し、前記発光体組成物の薄膜を形成した後、前記発光体上にスパッタ法あるいは蒸着法により陽極を形成する発光装置の作製方法であって、

- 20 前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、前記基板を基板面が水平面に対して 0° から 30° の範囲で設置し、かつ発光体組成物を含む溶液を基板面の下から噴射することによって行われることを特徴とする発光装置の作製

方法。

- 1 8. 大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を基板上に設けられた陰極に向けて噴射し、前記基板を加熱しておくことにより前記溶液が前記基板に到達すると同時に前記溶液中の溶媒の揮発を開始させ、残存した前記発光体組成物を前記陰極上に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成し、前記発光体組成物の薄膜を形成した後、前記発光体上にスパッタ法あるいは蒸着法により陽極を形成する発光装置の作製方法であって、
- 前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、前記基板を基板面が水平面に対して 0° から 30° の範囲で設置し、かつ発光体組成物を含む溶液を基板面の下から噴射することによって行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

- 1 9. 大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を基板上に設けられた陰極に向けて噴射し、前記陰極を室温から 200°C に加熱しておくことにより前記溶液が前記基板に到達すると同時に前記溶液中の溶媒の揮発を開始させ、
- 15 残存した前記発光体組成物を前記陰極上に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成し、前記発光体組成物の薄膜を形成した後、前記発光体上にスパッタ法あるいは蒸着法により陽極を形成する発光装置の作製方法であって、

- 前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、前記基板を基板面が水平面に対して 0° から 30° の範囲で設置し、かつ発光体組成物を含む溶液を基板面の下から噴射することによって行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

20. 請求項16及至請求項19のいずれか一において、前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、マルチチャンバー方式の成膜装置で大気開放することなく行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

21. 請求項16及至請求項19のいずれか一において、前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、インライン方式の成膜装置で大気開放することなく行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

22. 請求項1、請求項3及至請求項13および請求項16乃至請求項19のいずれか一において、大気圧よりも低い圧力下とは、 $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ の不活性ガス雰囲気中であることを特徴とする発光装置の作製方法。

23. 請求項1、請求項3及至請求項13および請求項16乃至請求項19のいずれか一において、大気圧よりも低い圧力下とは、 $1 \times 10^2 \sim 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ であることを特徴とする発光装置の作製方法。

24. 請求項1及至請求項13および請求項16乃至請求項19のいずれか一において、前記発光体組成物を間欠的に堆積させて薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。

25. 請求項1及至請求項13および請求項16乃至請求項19のいずれか一において、前記発光体組成物を連続的に堆積させて薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。

26. 請求項1及至請求項13および請求項16乃至請求項19のいずれか一において、前記発光体組成物を含む溶液は、単一、あるいは複数のノズルから噴射されることを特徴とする発光装置の作製方法。

27. 請求項1及至請求項13および請求項16乃至請求項19のいずれか一

において、前記発光体組成物は、正孔注入材料、正孔輸送材料、発光性材料、電子輸送材料、電子注入材料、正孔ブロック性材料、もしくは電子ブロック性材料であることを特徴とする発光装置の作製方法。

28. 請求項1及至請求項13および請求項16乃至請求項19のいずれか一
- 5 において、前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜は、発光層、正孔注入層、正孔輸送層、正孔ブロック層、電子注入層、電子輸送層、もしくは電子ブロック層から選ばれた層として機能する薄膜であることを特徴とする発光装置の作製方法。

29. 請求項1及至請求項13および請求項16乃至請求項19のいずれか一
- 10 に記載の方法で作製されたことを特徴とする発光装置。

要約書

本発明は、減圧下で発光性材料を含む溶液を陽極もしくは陰極に向けて噴射し、前記溶液が前記陽極もしくは陰極に到達するまでの間、前記溶液中の溶媒を揮発させると共に、残存した前記発光性材料を前記陽極もしくは陰極上に堆積させて発光層を形成することを特徴とする発光装置の作製方法である。本発明により溶液を塗布した後に薄膜化のための焼成工程を必要としないため、低コストかつ簡便な方法でありながら、スループットの高い作製方法を提供することができる。